

Rec'd PCTO 30 AUG 2005

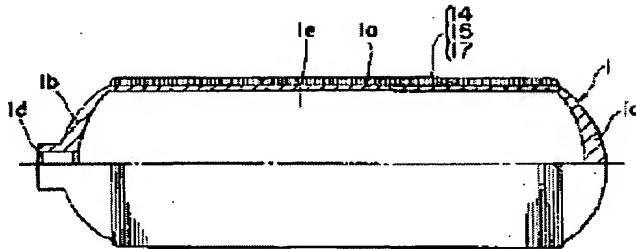
PRESSURE VESSEL

Patent number: JP6331032
Publication date: 1994-11-29
Inventor: NOYA KAZUO
Applicant: JAPAN STEEL WORKS LTD
Classification:
 - **international:** F16J12/00
 - **european:**
Application number: JP19930139189 19930519
Priority number(s): JP19930139189 19930519

[Report a data error here](#)

Abstract of JP6331032

PURPOSE: To lighten weight and improve durability by forming a coating layer into two or more layers with a kind of reinforcing material made different, in a pressure vessel wherein the coating layer made of fiber reinforced plastic is formed in the outside of a metal-made liner material. **CONSTITUTION:** This pressure vessel, having a cylindrical barrel part 1a and both end dome parts 1b, 1c consisting of metal of aluminum, steel, etc., is provided with a liner material 1 in which a mouth screw part 1d is provided in the one dome part 1b. In the periphery of the cylindrical barrel part 1a of the liner material 1, coating layers 14, 15, 17, formed by winding resin-coated three-kind different reinforcing materials 14a, 14a, 15a, 17a of carbon fiber, glass fiber, etc., by the filament winding method, are formed. Tensile elastic modulus of the external diametric side coating layer is set larger than of the internal diametric side coating layer, and in the case of applying a prescribed internal pressure, intensity of tensile stress in the peripheral direction, acting in an internal diametric part of each coating layer, almost agrees.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-331032

(43) 公開日 平成6年(1994)11月29日

(51) Int.C1. 5

F16J 12/00

識別記号 庁内整理番号

C

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1 FD (全5頁)

(21) 出願番号 特願平5-139189

(22) 出願日 平成5年(1993)5月19日

(71) 出願人 000004215

株式会社日本製鋼所

東京都千代田区有楽町一丁目1番2号

(72) 発明者 野家 和雄

北海道室蘭市茶津町4番地 株式会社日本
製鋼所内

(74) 代理人 弁理士 前田 宏之

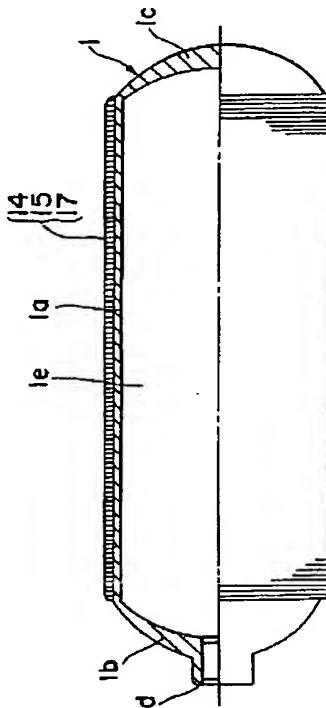
(54) 【発明の名称】圧力容器

(57) 【要約】

【目的】 FRP製の圧力容器の提供。

【構成】 金属製のライナー材1の外側に、樹脂被覆を施した強化材17a, 15a, 14aを巻き付けて、繊維強化プラスチック製の被覆層17, 15, 14を形成した圧力容器において、前記被覆層17, 15, 14を、強化材17a, 15a, 14aの種類を異ならせて2層以上に形成し、外径側の被覆層15(14)を内径側の被覆層17(15)よりも引張弾性率を大きく設定し、圧力容器に所定の内圧Pが作用した際、各被覆層17, 15, 14の内径部に作用する周方向の引張応力 σ_t の大きさをほぼ合致させる。

【効果】 周方向の引張応力の勾配がほぼ平坦になり、一様分布応力化する。その結果、FRP製の各被覆層の強度が有効活用されることとなり、高耐圧力が得られると共に、単位重量当たりの耐圧力が向上するので、安価かつ軽量化が確保される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属製のライナー材の外側に、樹脂被覆を施した強化材を巻き付けて、繊維強化プラスチック製の被覆層を形成した圧力容器において、前記被覆層を、強化材の種類を異ならせて2層以上に形成し、外径側の被覆層を内径側の被覆層よりも引張弾性率を大きく設定し、所定の内圧が作用した際、各被覆層の内径部に作用する周方向の引張応力の大きさをほぼ合致させることを特徴とする圧力容器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、圧力容器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の空気ボンベにて代表される圧力容器として、図6に示すようなものが知られている。すなわち、金属製のライナー材50の外側に、樹脂被覆した単一の種類の強化材をフライメントワインディング法にて巻き付けて、繊維強化プラスチック製（以下、「FRP製」という。）の被覆層51を形成してある。この種の比較的厚肉の圧力容器において、所定の内圧Pが作用して膨出変形すると、被覆層51では、周方向の引張応力 σ_t が内径側から外径側へと漸減し、厚さ方向に引張応力 σ_t の連続する勾配を生ずる。これは、引張弾性率が一定である単一種類の強化材において、引張応力 σ_t が周方向引張歪に応じて発生することに起因する。しかし、被覆層51の最内径面に最大歪ひいては最大引張応力 σ_t を生ずるため、この最大引張応力 σ_t がFRP製の被覆層51の破断応力（破断歪）に達すると、圧力容器が破壊に至る。

【発明が解決しようとする課題】

【0003】 このように、従来の圧力容器にあつては、単一種類の強化材を巻き付けてFRP製の被覆層51を形成してあるため、被覆層51の最内径面に破断応力を生じて圧力容器が破壊される際であつても、被覆層51の外径側では周方向の引張応力 σ_t が充分に小さい状態にある。従つて、FRP製の被覆層51の本来の強度が有効活用されず、耐圧性に劣る。加えて、この傾向は、FRP製の被覆層51の厚肉が厚くなるほど大きくなるため、軽量化（圧力／重量）の妨げとなり、単一種類の強化材の使用により、コスト面でも不利になる。

【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明は、このような従来の技術的課題に鑑みてなされたものであり、その構成は、金属製のライナー材1の外側に、樹脂被覆を施した強化材17a, 15a, 14aを巻き付けて、繊維強化プラスチック製の被覆層17, 15, 14を形成した圧力容器において、前記被覆層17, 15, 14を、強化材17a, 15a, 14aの種類を異ならせて2層以上に形成し、外径側の被覆層15（14）を内径側の被覆

層17（15）よりも引張弾性率を大きく設定し、圧力容器に所定の内圧Pが作用した際、各被覆層17, 15, 14の内径部に作用する周方向の引張応力 σ_t の大きさをほぼ合致させることを特徴とする圧力容器である。

【0005】

【作用】 このような圧力容器によれば、例えばライナー材1の外側に、3層の被覆層17, 15, 14を形成する。しかし、内部に圧力流体例えば圧力空気を封入すれば、ライナー材1に所定の内圧Pが作用して膨出変形を生ずる。これにより、ライナー材1及びライナー材1の上の第1被覆層17、第2被覆層15及び第3被覆層14に、周方向の引張応力 σ_t が作用する。この周方向の引張応力 σ_t は、各被覆層17, 15, 14において、内径側の大きな周方向引張歪を生ずる箇所に引張弾性率の小さなガラス繊維からなる強化材17aを配設し、外径側に向けて次第に周方向引張歪が小さくなる箇所に、引張弾性率が次第に大きくなるように例えばケブラー繊維からなる強化材15a及び炭素繊維からなる強化材14aを配設することにより、引張応力 σ_t の厚さ方向の勾配が、各被覆層17, 15, 14にて不連続に発生するようになる。

【0006】 しかし、各被覆層17, 15, 14において、極大歪を生ずる各内径部の極大応力 σ_t がほぼ等しくなるようにすれば、極小応力 σ_t も近似していくので、引張応力 σ_t が各被覆層17, 15, 14に分散して負担される。従つて、被覆層17, 15, 14全体の最内径面に作用する最大応力にのみ依存して、圧力容器が比較的低い内圧によつて破断応力（破断歪）に達し、破断されることが解消する。炭素繊維は、耐亜裂性に優れるが、厚肉になると破断し易くなるので、炭素繊維を最外径層である第3被覆層14の強化材14aとして使用することにより、第1被覆層17及び第2被覆層15の保護を図ることと、炭素繊維を強化材14aとする第3被覆層14の厚さを減少させて破断を防止することとが両立する。また、ケブラーは、軽いが耐光性に劣るといわれているので、第2被覆層15の強化材15aとして使用し、第3被覆層14によつて覆うことにより、軽量化と耐久性とが向上する。

【0007】

【実施例】 以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。図1～図5は、本発明の1実施例に係る圧力容器を示す。図中において符号1は金属製（アルミニウム、スチール等）のライナー材を示し、ライナー材1は、円筒状胴部1a及び円筒状胴部1aの両端のドーム部1b, 1cによつて内部空間1eを区画し、一方のドーム部1bには口ねじ部1dを有している。このライナー材1の円筒状胴部1bには、樹脂被覆した3種類の異なる強化材14a, 15a, 17aをフライメントワインディング法にて巻き付けて、3層の被覆層14, 1

5, 17を形成してある。

【0008】すなわち、図3に示すようにライナー材1をマンドレルとして、回転駆動可能にフライメントワインディング成形装置に取付け、ライナー材1に回転駆動を与えるながらライナー材1の円筒状胴部1aの上にガラス繊維からなる強化材17aをフープ巻きにて周方向に巻き付けて図2に示す第1被覆層17を形成する。図3に示すように強化材17aは、案内ロール18にて導いて樹脂槽19中の例えば熱可塑性の溶融樹脂に浸漬させ、一対のロール20を通過させてライナー材1の上に所定の張力にて巻き付け、第1被覆層17となす。強化材17aに適度の張力を付与しながら巻き付けることにより、押し付け力を充分に作用させた状態で強化材17aが緊密に巻き付き、ライナー材1との間及び強化材17a相互間に空隙の存在しない第1被覆層17を形成することができる。

【0009】第1被覆層17が所定の厚さにて形成されたなら、同様のフライメントワインディング成形装置を使用し、第1被覆層17の上にケブラー繊維（例えばケブラー29繊維）からなる強化材15aを同じくフープ巻きにて周方向に巻き付けて図2に示す第2被覆層15を形成する。

【0010】更に、第2被覆層15が所定の厚さにて形成されたなら、同様のフライメントワインディング成形装置を使用し、第2被覆層15の上に炭素繊維からなる強化材14aを同じくフープ巻きにて周方向に巻き付けて図2に示す第3被覆層14を形成する。このようにして、ライナー材1の円筒状胴部1aがフープ巻きにて補強され、ドーム部1b, 1cの強度がライナー材1のみによって与えられるフルラップ型の圧力容器が得られる。

【0011】このような3層の被覆層17, 15, 14は、それぞれの強化材17a, 15a, 14aの種類を異ならせ、引張弾性率(Kg/mm^2)が内径側から次第に大きくなっている。具体的には、第1被覆層17の強化材17aであるガラス繊維の引張弾性率は4700 Kg/mm^2 程度であり、第2被覆層15の強化材15aであるケブラー繊維の引張弾性率は6500 Kg/mm^2 程度であり、また、第3被覆層14の強化材14aである炭素繊維の引張弾性率は7700 Kg/mm^2 程度である。なお、各強化材17a, 15a, 14aの引張強さは、いずれも140 Kg/mm^2 程度で、ほぼ同一である。

【0012】次に、上記実施例の作用について説明する。このような圧力容器の内部空間1eに圧力流体例えれば圧力空気を封入すれば、ライナー材1に所定の内圧Pが作用して膨出変形を生ずる。ライナー材1は、圧力流体の漏洩を防止する機能を有する。これにより、ライナー材1及びライナー材1の上の第1被覆層17、第2被覆層15及び第3被覆層14に、ライナー材1の中心軸

線方向よりも大きな周方向の引張応力 σ_t が作用する。この周方向の引張応力 σ_t は、引張応力=周方向引張歪×引張弾性率にて得られる。そして、被覆層17, 15, 14の全体において、内径側の大きな周方向引張歪を生ずる箇所に引張弾性率の小さなガラス繊維からなる強化材17aを配設し、外径側に向けて次第に周方向引張歪が小さくなる箇所に、引張弾性率が次第に大きくなるようにケブラー繊維からなる強化材15a及び炭素繊維からなる強化材14aをそれぞれ配設したことにより、引張応力 σ_t の厚さ方向の勾配が、各被覆層17, 15, 14にて不連続に発生する。しかも引張応力 σ_t の極大値は、各被覆層17, 15, 14の内径部において発生し、図4に示すように引張応力 σ_t がのこ刃状に得られる。

【0013】しかして、極大歪を生ずる各被覆層17, 15, 14の内径面に生ずる極大応力 σ_t 、及び各被覆層17, 15, 14の外径面に生ずる極小応力 σ_t 、がほぼ等しく、かつ、極大応力 σ_t と極小応力 σ_t との差が所定の範囲に存在するように、各被覆層17, 15, 14の厚さ及び強化材17a, 15a, 14aの種類を調節することにより、引張応力 σ_t が各被覆層17, 15, 14に分散してかつほぼ均一に負担される。従つて、被覆層17, 15, 14全体の内径面に作用する最大応力にのみ依存して、圧力容器が破断応力（破断歪）に達し、破断されることが解消する。更に、炭素繊維は、亀裂に対して強いが、厚さが増大すると歪が小さい場合であつても破断し易くなるので、炭素繊維を最外径層である第3被覆層14の強化材14aとして使用することにより、第1被覆層17及び第2被覆層15の保護を図ることと、炭素繊維を強化材14aとする第3被覆層14の厚さを減少させて破断を防止することと両立できる。また、ケブラーは、軽いが光による変質を受け易いといわれているので、第2被覆層15の強化材15aとして使用し、第3被覆層14によつて覆うことは軽量化及び耐久性を確保する上で好ましい。

【0014】図5には他の構造例を示す。上記の実施例にあつては、各被覆層17, 15, 14をフープ巻きのみにて形成したが、この構造例にあつては、ライナー材1の中心軸線方向を補強するヘリカル又はボーラ巻きと周方向を補強するフープ巻きとを施し、ライナー材1の全体にFRPを巻き付けてある。その際、最内層となる第1被覆層17をヘリカル又はボーラ巻きにて形成し、最外層となる第3被覆層14をフープ巻きにて形成し、中間層となる第2被覆層15は、任意の巻き方に形成する。これにより、ライナー材1の中心軸線方向を補強するヘリカル巻き又はボーラ巻きと、周方向を補強するフープ巻きとを有し、ライナー材1の全体にFRPを巻付けたフルラップ型の圧力容器が得られる。この構造例によつても、被覆層17, 15, 14が3層をなすライナー材1の円筒状胴部1aに関し、前記実施例とほぼ同

様の作用を得ることができる。

【0015】また、上記の実施例にあつては、各被覆層17, 15, 14の強化材17a, 15a, 14aをそれぞれガラス繊維、ケブラー繊維又は炭素繊維の単体としたが、これらの強化材17a, 15a, 14aを複合材とし、混合率を変更することにより、各被覆層17, 15, 14の内径部に作用する周方向の極大応力 σ_t をそれぞれほぼ合致させることも可能である。また、被覆層17, 15, 14を2層以上とすれば、ほぼ同様の作用を得ることができる。勿論、強化材17a, 15a, 14aとしては、各種の無機繊維や有機繊維を使用することが可能である。

【0016】

【発明の効果】以上の説明によつて理解されるように、本発明に係る圧力容器によれば、FRP製の被覆層の内径側から外径側に向けて引張弾性率が大きくなるようにしたので、周方向の引張応力の勾配が従来例に比してほぼ平坦となり、一様分布応力化する。その結果、単一のFRP製の被覆層からなる圧力容器と比較して、FRP

製の各被覆層の強度が有効活用されることとなり、高耐圧力が得られると共に、単位重量当たりの耐圧力が向上するので、安価かつ軽量化が確保される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の1実施例に係る圧力容器を示す半部断面図。

【図2】 同じく要部を示す断面図。

【図3】 同じくフライメントワインディング成形装置を示す図。

10 【図4】 同じく作用説明図。

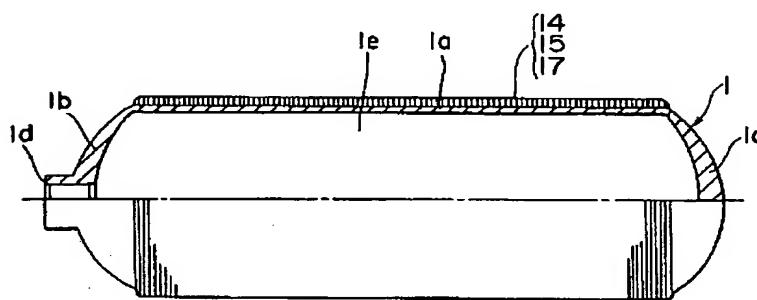
【図5】 他の構造例に係る圧力容器を示す半部断面図。

【図6】 従来例の作用説明図。

【符号の説明】

1:ライナー材、1a:円筒状胴部、1b:ドーム部、1c:内部空間、14:第3被覆層、14a:強化材、15:第2被覆層、15a:強化材、17:第1被覆層、17a:強化材、18:案内ロール、19:樹脂槽、20:ロール、P:内圧。

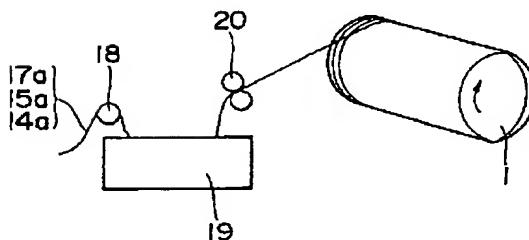
【図1】



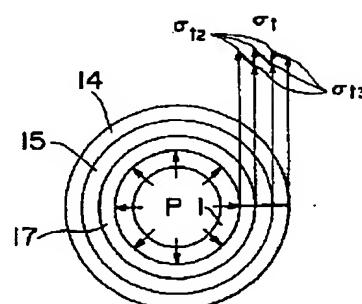
【図2】



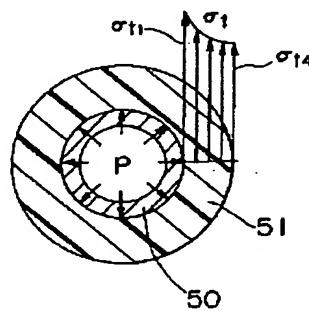
【図3】



【図4】



【図6】



【図5】

